



Oktatási Hivatal

A 2016/2017. tanévi

Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny

döntő forduló

FIZIKA II. KATEGÓRIA

Javítási-értékelési útmutató

Az 1. feladat megoldása.

Mérési adatok a fénykapu karakterisztikájának meghatározásához.

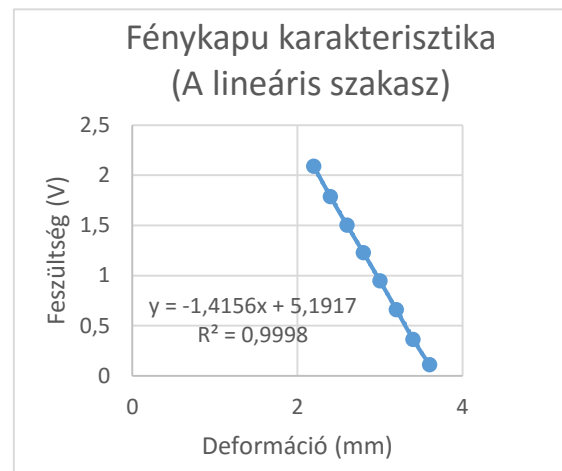
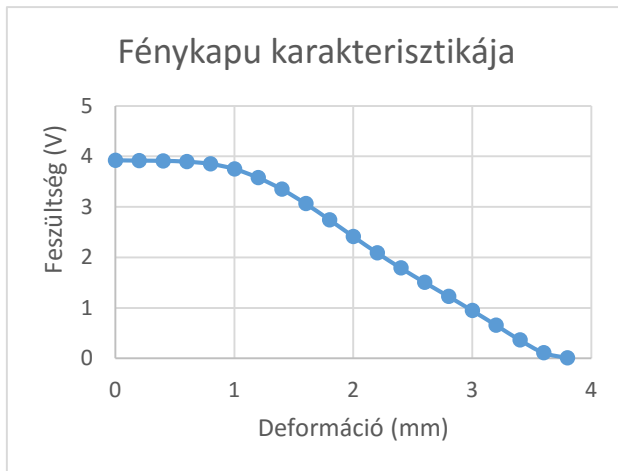
A mérés kezdetekor, a rúd deformálatlan állapotában:

- a „zászló” a fénykapu villája között van úgy, hogy még ne takarjon be, deformáció: 0 mm
- a fénykapu kimenő feszültsége: 3,921 V.

Mérési eredmények:

Elmozdulás (mm)	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8
Feszültség (V)	3,921	3,914	3,910	3,893	3,850	3,750	3,576	3,347	3,062	2,743

Elmozdulás (mm)	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	
Feszültség (V)	2,413	2,090	1,788	1,504	1,228	0,947	0,659	0,364	0,112	



A fénykapu karakterisztikájának lineáris szakaszára illesztett egyenes meredeksége számítógéppel:

$$\alpha = 1,4156 \frac{V}{mm} = 1,41 \frac{mV}{\mu m} \quad (R^2 = 0,9998)$$

A mérési adatok felhasználásával készült görbére vonalzóval illesztett egyenes meredeksége:

$$\alpha = \frac{2,090 - 0,112}{3,6 - 2,2} = \frac{1,978}{1,4} = 1,413 \frac{mV}{\mu m}$$

Tehát $1 \mu m$ elmozdulás $1,41 mV$ feszültség változást eredményez a fénykapu kimenő feszültségében.

A 2. feladat megoldása.

Számításnál az 1. feladat méréseiből kapott végeredményt használjuk fel: $1,41 mV = 1 \mu m$

A táblázat 1. sorában az adott helyzetben a fénykapu kimenetén megjelenő feszültséget tüntettük fel. A fénykaput úgy állítottuk be, hogy a karakterisztikája lineáris szakaszán működjön. (A kiinduló helyzetben, a mért feszültség: $3,099 V$.)

A 2. sorban a kiinduló- és az aktuális helyzetben a fénykapu kimenőfeszültségének különbségét tüntettük fel. (Pl.: $3,099 - 3,020 = 0,079$)

A 3. sorban feltüntetett deformációt a 2. sorban lévő szám $1,41$ -el történt osztásával kaptuk. (Pl.: $0,079 : 1,41 = 0,056$)

A 4. sorban a mérleg kijelzőjén megjelenő szám (g), míg az 5. sorban az ennek megfelelő erő látható.

A számítások egyszerűsítése érdekében a nehézségi gyorsulás értékét $10 \frac{m}{s^2}$ -nek tekintettük.

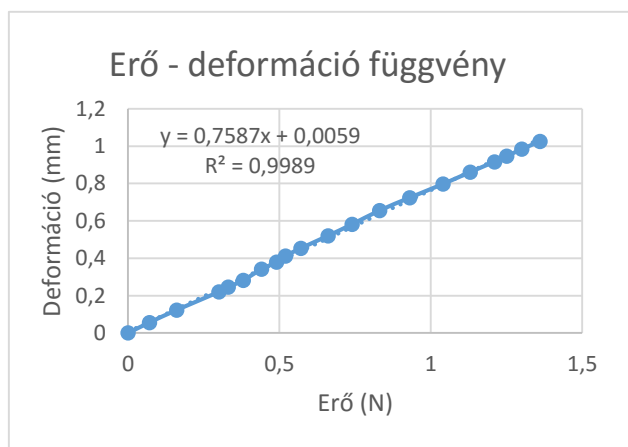
Mérési eredmények:

A vizsgált rúd szabad hossza: 12 cm.

Fénykapu fesz. (V)	3,099	3,020	2,925	2,788	2,754	2,701	2,618	2,564	2,518	2,460
Fesz. változás (V)	0	0,079	0,174	0,311	0,345	0,398	0,481	0,535	0,581	0,639
Deformáció (mm)	0	0,056	0,123	0,220	0,245	0,282	0,341	0,379	0,412	0,453
Mérleg kijelző (g)	0	7	16	30	33	38	44	49	52	57
Erő (N)	0	0,07	0,16	0,30	0,33	0,38	0,44	0,49	0,52	0,57

Fénykapu fesz. (V)	2,365	2,278	2,176	2,078	1,975	1,885	1,807	1,765	1,713	1,653
Fesz. változás (m)	0,734	0,821	0,923	1,021	1,124	1,214	1,292	1,334	1,386	1,446
Deformáció (mm)	0,520	0,582	0,655	0,724	0,797	0,861	0,916	0,946	0,983	1,025
Mérleg kijelző (g)	66	74	83	93	104	113	121	125	130	136
Erő (N)	0,66	0,74	0,83	0,93	1,04	1,13	1,21	1,25	1,30	1,36

A mérési eredmények felhasználásával készült grafikon



A görbére illesztett egyenes meredeksége:

$$\alpha = 0,7587 \frac{mm}{N} = 0,7587 \cdot 10^{-3} \frac{m}{N}$$

Ugyanez mért értékekből:

$$\alpha = \frac{1,025 \cdot 10^{-3}}{1,36} = 0,754 \cdot 10^{-3} \frac{m}{N}$$

Az (1.) összefüggés szerint:

$$s = \frac{4l^3}{Eab^3} F, \text{ ahonnan: } \alpha = \frac{4l^3}{E \cdot a \cdot b^3}$$

$$\text{Így } E = \frac{4l^3}{\alpha ab^3} = \frac{4 \cdot 12^3 \cdot 10^{-6}}{0,754 \cdot 10^{-3} \cdot 12 \cdot 10^{-3} \cdot 2^3 \cdot 10^{-9}}$$

$$E = 95,49 \cdot 10^9 \frac{N}{m^2}$$

3. feladat megoldása.

Mérési adatok

Felrakott tömeg (g)	0,623	0,679	0,667	0,637	0,725
Összes tömeg (g)	0,623	1,302	1,969	2,606	3,331
A jelgenerátor frekvenciája rezonancián (Hz)	71,4	62,2	55,9	51,3	47,3
A minta rezonancia frekvenciája (Hz)	142,8	124,4	111,8	102,6	94,6

A rudat az elektromágnes kétszer akkora frekvenciával rázza meg, mint a tápláló áram frekvenciája!

A 12 cm hosszú rúd tömegét $m = 4,08$ g-nak mértük.

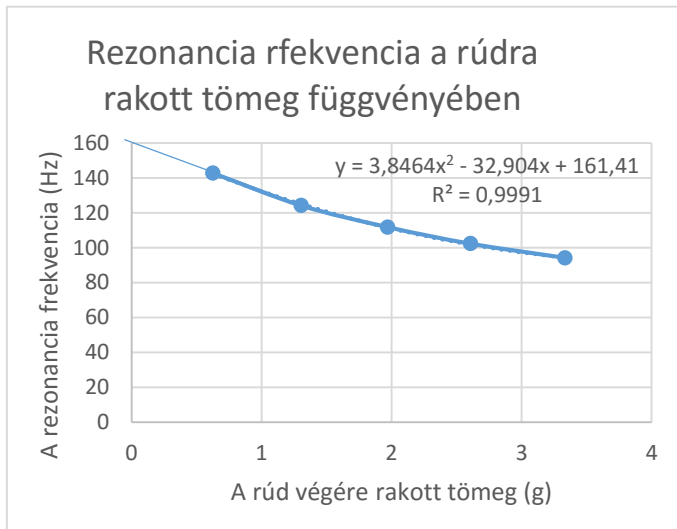
1 db kis tömeget a rúd végére helyezve, rezonancia frekvencián, az érzékelő kimenetén megjelenő váltóáramú feszültség effektív értéke (ez jelenik meg a műszer kijelzőjén):

243 mV. A feszültség csúcértéke: $U_{max} = \sqrt{2} \cdot 243 = 342.63 \text{ mV}$.

Az 1. mérés eredményéből tudjuk, hogy 1,41 mV feszültség változás $1 \mu\text{m}$ elmozdulást jelez.

Így a rezgés keresett amplitúdója: $342,63/1,41=243 \mu\text{m} = \underline{0,243 \text{ mm}}$.

A felrajzolt görbe extrapolálásával a vizsgált rúd sajátfrekvenciája: $\sim \underline{160 \text{ Hz}}$.



A számítógéppel meghatározott egyenlet alapján a vizsgált rúd alapharmonikusának frekvenciája: 161,41 Hz

A (4.) összefüggésből kiindulva:

$$f = \frac{1,87^2}{2\pi l^2} \sqrt{\frac{EI}{\rho A}} = \frac{1,87^2}{2\pi l} \sqrt{\frac{EI}{\rho A l}}$$

Figyelembe véve, hogy $\rho A l = m$

$$f = \frac{1,87^2}{2\pi l} \sqrt{\frac{EI}{ml}} \quad \text{hol} \quad I = \frac{ab^3}{12}$$

A rugalmassági modulus kifejezve kapjuk, hogy:

$$E = \frac{48\pi^2 l^3 m}{1,87^4 ab^3} f^2$$

A megfelelő adatok behelyettesítésével kapjuk, hogy $E = \underline{72,87 \cdot 10^9 \text{ Pa}}$